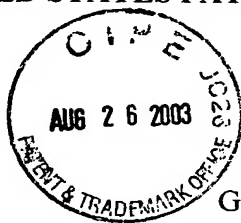


IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re patent application of

Masanobu SENDA, et al.

Serial No.: 10/620,572



Group Art Unit: Not Yet Assigned

Filing Date: July 17, 2003

Examiner: Unknown

For: COMMUNICATION DEVICE

Honorable Commissioner of Patents
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Application Number 2002-211766 filed on July 19, 2002, upon which application the claim for priority is based.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Sean M. McGinn".

Sean M. McGinn, Esq.
Registration No. 34,386

Date:

8/26/03
McGinn & Gibb, PLLC
Intellectual Property Law
8321 Courthouse Road, Suite 200
Vienna, VA 22182-3817
(703) 761-4100
Customer No. 21254

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月19日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-211766

[ST.10/C]:

[JP2002-211766]

出 願 人

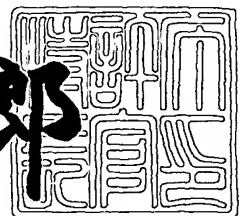
Applicant(s):

豊田合成株式会社

2003年 4月22日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3029685

【書類名】 特許願

【整理番号】 P02060TG

【提出日】 平成14年 7月19日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 L01H 33/00

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合成株式会社内

 【氏名】 千田 昌伸

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合成株式会社内

 【氏名】 柴田 直樹

【特許出願人】

 【識別番号】 000241463

 【氏名又は名称】 豊田合成株式会社

 【代表者】 松浦 剛

【代理人】

 【識別番号】 100087723

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 藤谷 修

 【電話番号】 052-363-2558

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 007445

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0012134

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 通信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ファイバーと、フリップチップ式に配線基板に実装した III 族窒化物系化合物半導体発光素子との組合せによる通信装置であって、

前記 III 族窒化物系化合物半導体発光素子の発光層上方で、III 族窒化物系化合物半導体から成るコンタクト層上に形成されたオーミック電極と、

前記コンタクト層上に前記オーミック電極を覆うように形成された台座電極と

、
前記台座電極と前記配線基板の回路配線とを電氣的に接続するボール電極とを有し、

前記コンタクト層と前記オーミック電極との接触面積よりも前記台座電極と前記ボール電極との接触面積の方が大きいことを特徴とする通信装置。

【請求項 2】 前記 III 族窒化物系化合物半導体発光素子の発光波長が 450～550nm であることを特徴とする請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 3】 前記コンタクト層と前記オーミック電極との接触面積が 0.025m^2 以下であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の通信装置。

【請求項 4】 前記光ファイバがプラスチックファイバーであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信用の III 族窒化物系化合物半導体を用いた発光素子に関する。例えば、プラスチックオプテカルファイバー（POF）を用いた通信システムの光送信器に用いることができる。

【0002】

【従来の技術】

最近、プラスチックオプテカルファイバー（POF）を用いた短距離の LAN 通信の光源に発光ダイオード（以下、単に LED）を用いたシステムが知られて

いる。そのシステムでは、光通信用の発光素子として、GaAs系の化合物半導体を用いた赤色のLEDが用いられ、LEDを用いた短距離通信が盛んに研究開発されている。この赤色のLEDの高域遮断周波数は30MHzである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

POFの伝送損失は、短波長の波長領域、例えば、発光波長が450nm～550nmの領域で小さいので、POFを用いた光通信には、赤色の光を用いるよりは、発光波長が450nm～550nmの領域の光を発光する発光素子、例えばLEDを用いることが望ましい。そのためには、III族窒化物系化合物半導体を用いた発光素子を光通信用の光源として用いることが考えられる。

【0004】

しかしながら、現在のIII族窒化物系化合物半導体発光素子を用いたのでは、応答速度が遅いという問題がある。まず、電流密度を上げると発光特性が悪くなる、即ち電流に対して輝度が飽和すると言う問題がある。また、応答速度を上げるべく発光層が形成する容量成分を小さくするためには例えばp層もしくはその上のp電極を小さくする必要があるが、小さくしすぎるとボンディングが困難となる。

【0005】

本発明は上記の課題を解決するために完成されたものであり、その目的は、発光層が形成する容量成分を小さくして、電流に対する輝度の応答速度を上げることである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、請求項1に記載の手段によれば、光ファイバーと、フリップチップ式に配線基板に実装したIII族窒化物系化合物半導体発光素子との組合せによる通信装置であって、III族窒化物系化合物半導体発光素子の発光層上方で、III族窒化物系化合物半導体から成るコンタクト層上に形成されたオーミック電極と、コンタクト層上にオーミック電極を覆うように形成された台座電極と、台座電極と配線基板の回路配線とを電氣的に接続するボール電極とを

有し、コンタクト層とオーミック電極との接触面積よりも台座電極とボール電極との接触面積の方が大きいことを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

また、請求項 2 に記載の手段は、III 族窒化物系化合物半導体発光素子の発光波長が 450～550nm であることを特徴とする。また、請求項 3 に記載の手段は、コンタクト層とオーミック電極との接触面積が 0.025mm^2 以下であることを特徴とする。また、請求項 4 に記載の手段は、光ファイバがプラスチックファイバーであることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

【作用及び発明の効果】

III 族窒化物系化合物半導体発光素子は、コンタクト層上に形成されたオーミック電極と当該コンタクト層との接触面積が発光層中実質的に発光する面積となる。そこで当該オーミック電極と当該コンタクト層との接触面積を小さくしたまま、間に台座電極を設け、配線基板上の回路配線との接続をボール電極で行うようにする。これにより、ボール電極はさほど小さいものとする必要が無く、容易に形成可能な大きさを確保でき、且つ III 族窒化物系化合物半導体発光素子の発光層の発光面積を十分小さくすることが可能となる。これにより、発光層の発光部分を挟んで形成される容量成分を小さくすることができ、輝度立ち上がり立ち下がりにおける時定数が小さくなり、高速化が可能となる。また、製造時に素子毎のパラツキを抑制することができる。また、ボール電極は放熱効果も有するので、ボール電極を放熱性の面から大きくすることも可能となる。

【 0 0 0 9 】

P O F と組み合わせると長距離使用が可能となり、そのためには発光波長が 450nm～550nm の領域となる発光素子が好ましい。また、フリップチップ方式に配線基盤に実装すること、即ち、発光層上方のコンタクト層が接地側であるので、より放熱性良い。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明の具体的な実施例に係る通信装置 1 0 0 0 の要部を示した断面

図である。図 1 と以下の説明により、本発明は如何様な電極配置による発光素子に対しても適用できる。尚、本発明は図 1 及び以下の実施形態に限定されない。

【0011】

図 1 の通信装置 1000 は、III 族窒化物系化合物半導体 LED (以下、単に GaN 系 LED と記す) 100 をボール電極 9n、9p を用いて配線基板 200 に実装し、POF 300 と位置合わせすることにより形成される。図 1 で POF 300 の符号 301 はコア部分を、符号 302 はクラッド部分を示す。また、図 1 で配線基板 200 には、GaN 系 LED 100 のボール電極 9n、9p と各々電氣的に接続される回路配線 20n、20p が形成されている。

【0012】

GaN 系 LED 100 はサファイア基板 1 上に、n 型 GaN 層 2、InGaN/GaN から成る多重量子井戸構造を有する発光層 3、p 型 GaN 層 (コンタクト層) 4 を形成し、n 型 GaN 層 2 を露出させた部分にオーミックコンタクトを有する n 電極 5 と、p 型 GaN 層 (コンタクト層) 4 上にオーミックコンタクトを有する p 電極 (オーミック電極) 6 を設ける。この時、p 電極 (オーミック電極) 6 の p 型 GaN 層 (コンタクト層) 4 との接触部分 S の面積は 0.025mm^2 以下とする。図 1 の GaN 系 LED 100 においては、バッファ層を割愛したが、サファイア基板 1 と n 型 GaN 層 2 の間にバッファ層を設けても良い。また、n 型 GaN 層 2、InGaN/GaN から成る多重量子井戸構造を有する発光層 3、p 型 GaN 層 (コンタクト層) 4 は 3 層構造として例示したが、サファイア基板 1 と n 電極 5 を設ける n 型 GaN 層 2 との間、n 電極 5 を設ける n 型 GaN 層 2 と InGaN/GaN から成る多重量子井戸構造を有する発光層 3 との間、InGaN/GaN から成る多重量子井戸構造を有する発光層 3 と p 電極 (オーミック電極) 6 を設ける p 型 GaN 層 (コンタクト層) 4 との間に 1 乃至複数の層を所望により設けてもかまわない。

【0013】

次に n 電極 5 を覆うように、n 側台座電極 7n を形成し、p 型 GaN 層 (コンタクト層) 4 上で p 電極 (オーミック電極) 6 を覆うように p 側台座電極 7p を形成する。p 側台座電極 7p は、p 型 GaN 層 (コンタクト層) 4 との間にオーミック特性を生じないように形成する。これは p 電極 (オーミック電極) 6 と p 側台座電

極 7 p を異なる金属で形成すること等で実現することが可能となる。次に、実装時にボール電極同士が接触しないよう、保護膜 8 を形成する。保護膜 8 は、n 側台座電極 7 n と対峙する発光層 3、p 型 GaN 層（コンタクト層）4 の側面との間を覆い、当該対峙部分を超えて、n 側台座電極 7 n と p 側台座電極 7 p を各々一部覆うようにする。この時、p 電極（オーミック電極）6 の上方で、且つ p 電極（オーミック電極）6 の p 型 GaN 層（コンタクト層）4 との接触面積 S よりも広い面積となるよう、p 側台座電極 7 p の露出部分を形成しておく。こうして、保護膜 8 で接触が防がれたので、ボール電極 9 n、9 p を各々 n 側台座電極 7 n、p 側台座電極 7 p の露出部分に設ける。ボール電極 9 n、9 p の材料としては、実装時に流動性を有する金や半田を用いることが可能である。ボール電極 9 n、9 p と回路配線 2 0 n、2 0 p とを各々接続すれば、GaN 系 LED 1 0 0 の実装は完了である。

【 0 0 1 4 】

このようにして、光の放出方向 L から見た場合、ボール電極 9 p と p 側台座電極 7 p の接触部分に、p 電極（オーミック電極）6 の p 型 GaN 層（コンタクト層）4 との接触部分 S が収まるようにすることで、発光面積（接触部分 S と略同一）がボール電極 9 p と p 側台座電極 7 p の接触面積より小さくできる。こうして、例えば接触部分 S の面積が 0.025mm^2 以下で 10mA の電流を供給すれば電流密度が 400mA/mm^2 以上とすることができる。ボール電極 9 p と接する回路配線 2 0 p は接地側とすること、即ち、フリップチップ方式に実装することで、より良い放熱効果をもたせることができる。

【 0 0 1 5 】

尚、上記の半導体発光素子の半導体材料は実施例に限定されるものではないが、半導体発光素子を III 族窒化物半導体で構成した場合には、形成する各半導体層は、少なくとも $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$) にて表される 2 元系、3 元系若しくは 4 元系の半導体から成る III 族窒化物系化合物半導体等で形成することができる。また、これらの III 族元素の一部は、ボロン (B)、タリウム (Tl) で置き換えても良く、また、窒素 (N) の一部をリン (P)、砒素 (As)、アンチモン (Sb)、ビスマス (Bi) で置き換えても良い。

【 0 0 1 6 】

更に、これらの半導体を用いて n 型の III 族窒化物系化合物半導体層を形成する場合には、n 型不純物として、Si、Ge、Se、Te、C 等を添加し、p 型の III 族窒化物系化合物半導体層を形成する場合には、p 型不純物として、Zn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba 等を添加することができる。

【 0 0 1 7 】

また、これらの半導体層を結晶成長させる基板としては、サファイヤ、スピネル、Si、SiC、ZnO、MgO 或いは、III 族窒化物系化合物単結晶等を用いることができる。

【 0 0 1 8 】

また、これらの半導体層を結晶成長させる方法としては、分子線気相成長法 (MBE)、有機金属気相成長法 (MOCVD)、ハライド気相成長法 (HDVPE)、液相成長法等が有効である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本願の具体的な実施例に係る通信装置 1 0 0 0 の構成を示す断面図。

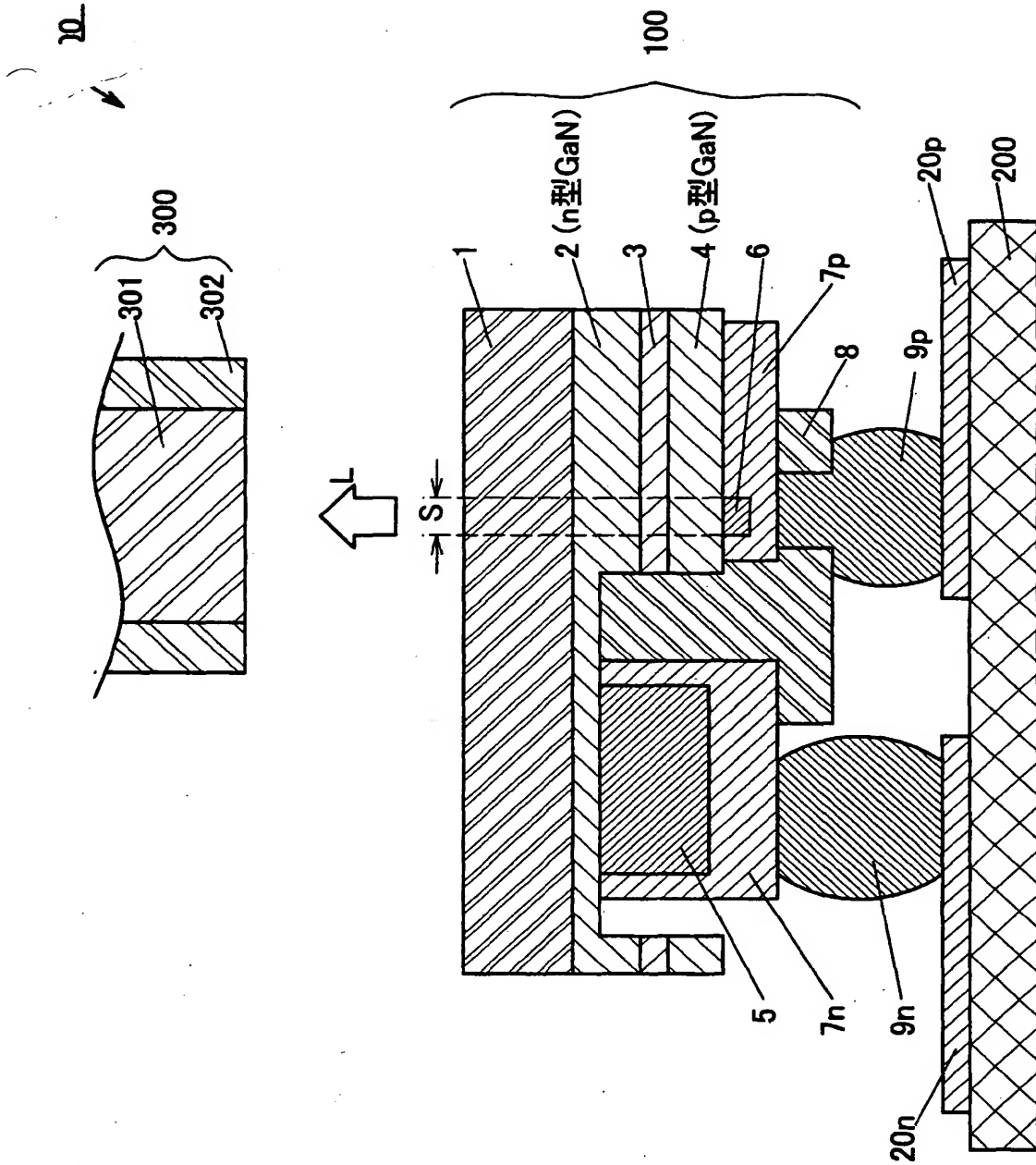
【符号の説明】

- 1 0 0 III 族窒化物系化合物半導体発光ダイオード (GaN 系 LED)
- 2 0 0 配線基板
- 3 0 0 プラスチックファイバ (POF)
- 4 p 型 GaN 層 (コンタクト層)
- 6 p 電極 (オーミック電極)
- 7 p p 側台座電極
- 9 p ボール電極
- 2 0 p 回路配線

【書類名】

図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 III族窒化物系化合物半導体発光素子を用いた、応答性の良い光ファイバ通信装置を提供する。

【解決手段】 LED100は、コンタクト層4に形成されたオーミック電極6と当該コンタクト層4との接触面積Sが発光層中実質的に発光する面積となる。そこで当該オーミック電極6と当該コンタクト層4との接触面積Sを小さくしたまま、間に台座電極7pを設け、配線基板200上の回路配線20pとの接続を台座電極との接合面積がSより大きなボール電極9pで行うようにする。これにより、ボール電極9pは容易に形成可能な大きさを確保でき、且つLED100の発光層3の発光面積を十分小さくすることが可能となる。これにより、発光層3の発光部分を挟んで形成される容量成分を小さくすることができ、輝度立ち上がりと立ち下がりにおける時定数が小さくなり、高速化が可能となる。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 2 4 1 4 6 3]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 9 日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地

氏 名 豊田合成株式会社